

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-14855

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

G 0 2 B 6/255

G 0 2 B 6/24

3 0 1

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

G 0 1 M 11/00

G 0 1 M 11/00

G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-170751

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月26日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 服部 一成

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 渡邊 勤

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

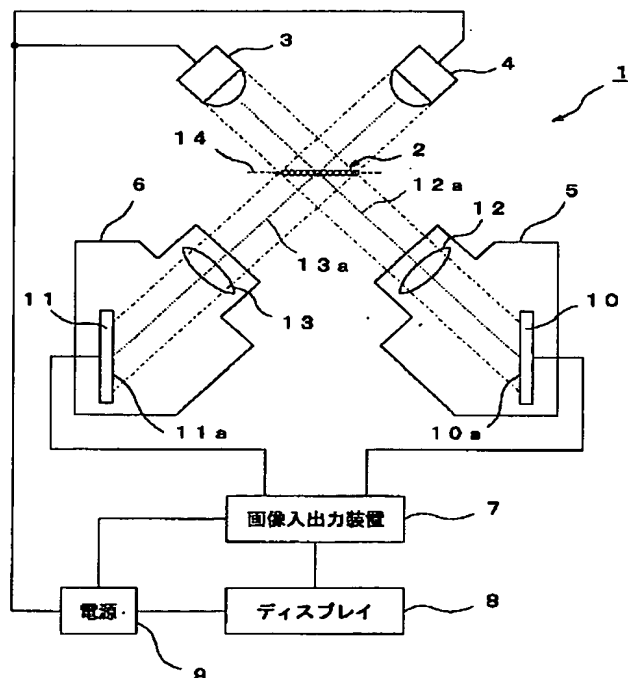
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 光ファイバ観察装置および融着接続装置

(57) 【要約】

【課題】 一回に観察できる光ファイバの芯数が少ないため、多芯数の光ファイバの軸ずれ等の観察に時間がかかった。

【解決手段】 平面状に配置された複数の光ファイバ2を観察する装置において、光ファイバ2の配置面14に対して傾斜して配置され、互いに異なる2方向から光ファイバ2の像を撮像する一対の撮像手段10、11と、光ファイバ2と一対の撮像手段10、11との間の光路上に各々配置され、光ファイバ2の像を各撮像手段10、11に結像させる一対の結像手段12、13とを備え、各撮像手段10、11の撮像面10a、11aは、各々対応する結像手段12、13の光軸12a、13aに対して、光ファイバ2側の角度が鋭角になるように傾斜している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面状に配置された複数の光ファイバを観察する装置において、前記光ファイバの配置面に対して傾斜して配置され、互いに異なる 2 方向から前記光ファイバの像を撮像する一対の撮像手段と、前記光ファイバと前記一対の撮像手段との間の光路上に各々配置され、前記光ファイバの像を前記各撮像手段に結像させる一対の結像手段とを備え、前記各撮像手段の撮像面は、各々対応する前記結像手段の光軸に対して、前記光ファイバ側の角度が鋭角になるように傾斜していることを特徴とした光ファイバ観察装置。

【請求項 2】 前記結像手段は、等倍率の結像レンズであることを特徴とした請求項 1 記載の光ファイバ観察装置。

【請求項 3】 前記一対の撮像手段で撮像した画像を各々入力して、これらの画像の各光ファイバ像の倍率が均一になるように前記画像を補正する画像処理手段を更に備えることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 に記載の光ファイバ観察装置。

【請求項 4】 前記請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の光ファイバ観察装置と、前記撮像手段で撮像した画像を解析して、前記光ファイバの融着が可能か否かの判定を行う検査手段とを備えることを特徴とした融着接続装置。

【請求項 5】 前記検査手段では、前記撮像手段で撮像した画像の解析によって得られた前記各光ファイバの検査データに対して、これらの光ファイバの像の倍率に合わせた補正を行うことを特徴とした請求項 4 記載の融着接続装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

*

芯数	観察回数（4 芯ずつの場合）	接続時間事例
4 本	2 回	4 5 秒
8 本	4 回	7 0 秒
1 2 本	6 回	9 5 秒
1 6 本	8 回	1 2 0 秒
2 4 本	1 2 回	1 4 5 秒

接続時間のうち、実際の融着接続にかかる時間は本数に関係なく一定であるため、接続時間の増加分の多くは、光ファイバ観察装置による光ファイバの観察時間である。このように、光ファイバの観察時間が光ファイバの芯数増加に合わせて増えるため、一回に接続できる光ファイバの芯数を増やしても光ファイバ接続の効率化を図ることはできなかった。

【0005】また、従来の他の例として、特開平 2 - 3 0 4 4 0 3 号公報のものが知られている。この公報に記載された従来の光ファイバ観察装置は、撮像機の撮像面を光軸に対して傾斜させることで、より多くの光ファイ

【発明の属する技術分野】本発明は、複数本の光ファイバの配置を観察する光ファイバ観察装置およびこの光ファイバ観察装置を内蔵した融着接続装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、特開平 1 - 1 0 7 2 1 8 号公報のものが知られている。この公報に記載された従来の光ファイバ観察装置は、指示フレームに一行に固定された複数本の光ファイバに対して斜め上方より光を照射して、この光によって照明された光ファイバの接続部の像を TV カメラで斜め下方より撮像する装置である。図 1 1 に示すように、TV カメラの撮像面 1 0 0 は光学レンズ 1 0 1 の光軸 1 0 2 に対して垂直であり、光軸 1 0 2 と交わる撮像面 1 0 0 上に焦点が合うように調整されている。従って、この位置から離れるにつれて焦点がずれてピンぼけの画像となるので、一回に撮像できる光ファイバの芯数は 4 芯が限度であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光ファイバ観察装置は融着接続装置に組み込まれて使用されることが多く、融着接続前に光ファイバに軸ずれ等が生じていないか光ファイバ観察装置で観察していた。ここで、融着接続装置は光ファイバ接続の効率化を図るために一回に接続できる光ファイバの芯数を増やしている。現在では、1 2 芯を一括融着する技術が確立されているが、1 6 芯或いは 2 4 芯を一括融着する技術も研究開発されている。

【0004】しかし、従来の光ファイバ観察装置では、一回に 4 芯しか観察することができず、更に各光ファイバに対して垂直な 2 方向から観察しなければならないため、光ファイバの芯数が増えるにつれて、以下のように接続時間が大きく増加していった。

※バにピントを合わせる試みを行っている。しかし、この光ファイバ観察装置は、2 方向観察の手段としてミラーを用いていたため、ミラーを駆動する装置を必要とした。また、ミラーの取り付け時の調節により虚像（鏡像）の位置が変化するので、適正な撮像面位置および撮像面の角度を決定するのが難しかった。更に、この公報には、実際に実施する場合には多芯数の光ファイバを分割観察しなければならない旨が記載されており、多芯数の光ファイバの全てにピントを合わせることは結局不可能であった。

【0006】本発明は、このような問題を解決し、多芯

数の光ファイバを短時間で観察できる光ファイバ観察装置および融着接続装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の光ファイバ観察装置は、平面状に配置された複数の光ファイバを観察する装置において、光ファイバの配置面に対して傾斜して配置され、互いに異なる2方向から光ファイバの像を撮像する一対の撮像手段と、光ファイバと一対の撮像手段との間の光路上に各々配置され、光ファイバの像を各撮像手段に結像させる一対の結像手段とを備え、各撮像手段の撮像面は、各々対応する結像手段の光軸に対して、光ファイバ側の角度が鋭角になるように傾斜していることを特徴とする。

【0008】このような構成であれば、撮像手段の撮像面は結像手段の光軸に対して光ファイバ側の角度が鋭角になるように傾斜しているので、撮像面での合焦範囲が広がる。即ち、各撮像手段は光ファイバの配置面に対して傾斜して配置され、これらの撮像手段と光ファイバとの間の光路上には結像手段が配置されている。このため、各光ファイバに対する物距離がそれぞれ異なったものとなり、撮像手段の撮像面が結像手段の光軸に対して直交する場合には、撮像手段での合焦範囲が極めて狭くなる。そこで、撮像手段の撮像面を傾斜させて、物距離の差を像距離に反映させることにより、多くの光ファイバに焦点を合わせることができる。その際、一対の撮像手段を構成することで2方向にそれぞれ固定された光路を決定できるので、正確な焦点合わせが可能になる。その結果、一度に多くの光ファイバを正確な焦点で観察することが可能になり、多芯数の光ファイバを短時間で観察することができる。

【0009】請求項2において、結像手段は等倍率の結像レンズであることを特徴とする。このような構成であれば、結像レンズの倍率が低いために撮像角を緩和でき、拡大時に撮像角を狭くすることによる画像のコントラストの低下を避けることができる。また、球面収差を小さくでき、コマ収差、歪曲収差等を除くことができる。その結果、撮像手段で得られる画像の質が向上する。

【0010】請求項3において、一対の撮像手段で撮像した画像を各々入力して、これらの画像の各光ファイバ像の倍率が均一になるように画像を補正する画像処理手段を更に備えることを特徴とする。このような構成であれば、光ファイバごとに物距離及び像距離が異なっているために生じる光ファイバ像の倍率の違いと、撮像手段の撮像面が結像手段の光軸に対して傾斜しているために生じる画像の歪みとを画像処理手段で補正することができる。そして、モニタ等の表示装置において見かけ上の倍率を等しくして表示させることができる。

【0011】請求項4の融着接続装置は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の光ファイバ観察装置

と、撮像手段で撮像した画像を解析して、光ファイバの融着が可能か否かの判定を行う検査手段とを備えることを特徴とする。このような構成であれば、光ファイバ観察装置は一度に多くの光ファイバを撮像することができるので、光ファイバ観察装置が撮像した画像を解析する検査手段でも、多くの光ファイバを一括して判定することができる。その結果、光ファイバの観察・検査を短時間で行うことができ、融着接続装置の処理時間も短くなる。また、光ファイバ観察装置に駆動部がないので構成を簡易にできる。

【0012】請求項5において、検査手段では、撮像手段で撮像した画像の解析によって得られた各光ファイバの検査データに対して、これらの光ファイバの像の倍率に合わせた補正を行うことを特徴とする。このような構成であれば、撮像手段で撮像した画像の解析によって、例えば、各光ファイバの軸ずれ、各光ファイバの端面の状態等の検査を行うことができる。しかし、これらの検査で得られた各光ファイバの検査データは、各光ファイバ像の倍率の違いによって評価基準がそれぞれ異なる。そこで、これらの検査データに対して倍率に合わせた補正を行うことにより評価基準が均一になり、補正後の検査データに基づいて光ファイバの融着が可能か否かの判定を容易に行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について添付図面を参照して説明する。

【0014】図1は、本実施形態である光ファイバ観察装置1を示すブロック図である。同図より、光ファイバ観察装置1は、平面状に配置されると共に端面同士を対向させた一対のテーブ状(12芯)の光ファイバ2に対して、斜め上方から光を照射する一対の光源3、4と、光ファイバ2の斜め下方に配置され、光源3、4によって裏面照射された光ファイバ2の像を各々撮像する顕微鏡カメラ5、6とを備えている。また、光ファイバ観察装置1は、顕微鏡カメラ5、6から出力された画像を入力する画像入出力装置7と、画像入出力装置7から出力された画像を表示するディスプレイ8と、各装置に電力を供給する電源9とを備えている。

【0015】顕微鏡カメラ5、6は、光ファイバ2の像を撮像するCCD(撮像手段)10、11と、光源3、4とCCD10、11との間の光路上に配置され、光ファイバ2の像を各CCD10、11の撮像面10a、11aに結像させる結像レンズ(結像手段)12、13とを備えている。ここで、光ファイバ2の配置面14に対する結像レンズ12、13の光軸12a、13aの角度は各々45°である。このため、結像レンズ12の光軸12aと結像レンズ13の光軸13aとは互いに直交する。また、結像レンズ12、13には等倍率のレンズが用いられている。このため、球面収差が小さくすると共に、コマ収差、歪曲収差等が取り除かれ、画像の質を向

上させることができる。なお、結像レンズ12, 13は、複数枚で構成されるのが一般的だがここでは代表的に一枚で表している。また、顕微鏡カメラ5, 6は一体化されていてもよい。

【0016】図2に示すように、結像レンズ12, 13は、光ファイバ2の列の中央Sに合わせて調整されている。このため、物距離の近い光ファイバ2と物距離の遠い光ファイバ2とが生じる。この物距離の差を解消させるために、CCD10, 11の撮像面10a, 11aと結像レンズ12, 13の光軸12a, 13aとがなす光ファイバ2側の角度 θ が鋭角になるように、結像レンズ12, 13の光軸12a, 13aに対してCCD10, 11の撮像面10a, 11aを傾斜させている。このため、物距離の近い光ファイバ2に対する像距離が遠くなると共に、物距離の遠い光ファイバ2に対する像距離が近くなり、CCD10, 11の撮像面10a, 11aでの合焦範囲が広がる。その結果、全ての光ファイバ2に対して焦点が合い、全ての光ファイバ像の明瞭な画像がCCD10, 11から出力される。従って、CCD10, 11から出力された画像に基づいて光ファイバ2の状態を一括観察することにより、短時間で光ファイバ2の状態を把握することができる。

【0017】CCD10, 11の撮像面10a, 11aと結像レンズ12, 13の光軸12a, 13aとがなす光ファイバ2側の角度 θ は、近軸の結像公式によって近似的に演算することができる。また、光線追跡シミュレーションを行えば、より正確に把握することができる。これによれば、12芯の光ファイバ束を1倍から2倍の倍率で観察するには、角度 θ を27°から45°の間に設定すればよい。そこで、光ファイバ観察装置1では撮像面10a, 11aと光軸12a, 13aとのなす角度 θ を各々45°に設定している。上述したように、光ファイバ2の配置面14と光軸12a, 13aとの角度も各々45°である。このため、配置面14と撮像面10a, 11aとは垂直になり、撮像面10a, 11aに結像する光ファイバ2の像の歪みは極めて小さくなる。

【0018】図3(a)に示すように、顕微鏡カメラ5, 6から出力された画像15は、顕微鏡カメラ5, 6に一番近い光ファイバ像16の倍率が最も大きく、顕微鏡カメラ5, 6から離れるにつれて徐々に小さくなっている。そして、顕微鏡カメラ5, 6から一番遠い光ファイバ像17の倍率が最も小さい。これは以下の理由による。第1には、光ファイバ2ごとに物距離及び像距離が異なるために、顕微鏡カメラ5, 6の撮像面10a, 11aに結像する各光ファイバ像の実倍率もそれぞれ異なるからである。また第2には、顕微鏡カメラ5, 6の撮像面10a, 11aが結像レンズ12, 13の光軸12a, 13aに対して傾斜しているためである。

【0019】そこで、図4に示すように、画像入出力装置7とディスプレイ8との間に画像処理装置(画像処理

手段)18を接続して、画像入出力装置7から出力された画像に対して、各光ファイバ像の倍率が均一になるように補正を加えている。その結果、図3(b)に示すように、ディスプレイに表示される画像19は各光ファイバ像が均等倍率になる。具体的には、光ファイバ像の軸線と垂直な方向に対して傾斜した倍率で画像全体を補正している。即ち、図5に示すように、像距離、物距離を等しくLとおき、光軸12aから距離 δ だけ離れた物体面上の点が撮像面10aに結像する光軸12aからの距離を ξ とすると、

$$\xi = (L/2^{1/2}) \delta / ((L/2^{1/2}) - \delta) \quad \dots$$

なる関係が得られる。逆に、

$$\delta = (L/2^{1/2}) \xi / ((L/2^{1/2}) + \xi) \quad \dots$$

であるから、撮像画像上の位置 ξ を上式に基づいて画像処理上で δ に逆変換すれば等倍率に補正された画像を得ることができる。なお、この補正は光ファイバ像の軸線方向には倍率が等しいので、対向する光ファイバ像の相対関係がずれることはない。

【0020】次に、本実施例に係る融着接続装置20について、図6を用いて説明する。なお、光ファイバ観察装置1と同一又は同等な構成部分については同一符号を付し、その説明は省略する。

【0021】融着接続装置20は、平面状に配置されると共に端面同士を対向させた一对のテープ状(12芯)の光ファイバ2に対して、斜め上方から光を照射する一对の光源3, 4と、光ファイバ2の斜め下方に配置され、光源3, 4によって裏面照射された光ファイバ2の像を2方向から撮像する顕微鏡カメラ21と、顕微鏡カメラ21から出力された画像を入力する画像入出力装置7とを備えている。また、融着接続装置20は、画像入出力装置7から出力された画像を補正する画像処理装置18と、画像処理装置18から出力された画像を表示するディスプレイ8と、各装置に電力を供給する電源9とを備えている。

【0022】さらに、融着接続装置20は、テープ状の光ファイバ2の両側方に配置された一对の放電電極22, 23と、画像処理装置18から出力された画像を解析して、光ファイバ2の融着が可能か否かの判定を行う演算装置(検査手段)24と、演算装置24で融着接続が可能であると判定された場合に、放電電極22, 23に高電圧を印加する放電装置25とを備えている。さらにまた、融着接続装置20は、演算装置24で融着接続が可能であると判定された場合に、対向する一对の光ファイバ2を接触させる左右ファイバ押し込み装置26と、演算装置24の判定処理で用いる判定データが記憶された記憶装置27とを備えている。

【0023】演算装置24は、各光ファイバ2が軸ずれているか否か、光ファイバ2の配列に抜け等があるか否か、各光ファイバ2の端面に欠け等があるか否かについての検査を行う。そして、これらの検査によって、融

着接続が可能であると判定された場合には、まず、演算装置24は左右ファイバ押し込み装置26に対して駆動指示の信号を与える。この信号によって左右ファイバ押し込み装置26が駆動して、対向する一対の光ファイバ2の両端面が近接する。その後、演算装置24は放電装置25に対して駆動指示の信号を与える。この信号によって放電電極22、23の間に高電圧が印加される。この時、左右ファイバ押し込み装置26の一方が駆動して、光ファイバ2がさらに若干押し込まれ、対向する一対の光ファイバ2が融着接続される。

【0024】図7に示すように、従来の融着接続装置では、光ファイバ2を4芯ずつ観察していた。このため、12芯の光ファイバ2を観察する場合、顕微鏡を移動させながら3回に分けて観察しなければならず測定時間がかかった。即ち、光ファイバ2を斜め下方の2方向(XY方向)から観察する場合、まずX方向の顕微鏡を移動させて(ステップ30)、1~4芯の光ファイバ2のX方向の観察を行う(ステップ31)。そしてX方向の顕微鏡を少し移動させて(ステップ32)、5~8芯の光ファイバ2のX方向の観察を行う(ステップ33)。さらにX方向の顕微鏡を少し移動させて(ステップ34)、9~12芯の光ファイバ2のX方向の観察を行う(ステップ35)。以上のステップ30~35の処理によって、12芯の光ファイバ2のX方向の像を得ることができる。

【0025】次に、Y方向の顕微鏡を移動させて(ステップ36)、9~12芯の光ファイバ2のY方向の観察を行う(ステップ37)。そしてY方向の顕微鏡を少し移動させて(ステップ38)、5~8芯の光ファイバ2のY方向の観察を行う(ステップ39)。さらにY方向の顕微鏡を少し移動させて(ステップ40)、1~4芯の光ファイバ2のY方向の観察を行う(ステップ4

$$M = (L/2^{1/3}) / ((L/2^{1/3}) - \delta) \dots$$

となる。この式を用いて計算した各光ファイバ2の位置 δ と光学倍率Mとの関係を図9に示す。図9より、物距離の近い位置 δ が+側において光学倍率Mが高く、物距離の遠い位置 δ が-側において光学倍率Mが低いことが判る。

【0030】また、演算装置24で補正される前の画像データを図10に示す。図10において、輝度の波形がW字形に落ち込んでいる部分が光ファイバ2であり、この光ファイバ2を示すW字形の波は図の右側に向けて幅が広がっていることが判る。ここで、図9と図10とを比較することにより、光学倍率Mと画像上の光ファイバ2の幅とが比例していることが判る。従って、光学倍率Mが等しくなるように、各光ファイバ2の寸法データを補正することにより、画像の歪みを取り除かれる。

【0031】融着接続装置20においては、光ファイバ2と顕微鏡カメラ21の撮像面との位置関係は固定されているので、予め各光ファイバ2に対する像の倍率を

*1)。以上のステップ36~41の処理によって、12芯の光ファイバ2のY方向の像を得ることができる。

【0026】これに対して、本実施形態の融着接続装置20は、12芯の光ファイバ2を観察する場合、12芯の光ファイバ2を一括して測定できるので測定時間が非常に短い。即ち、光ファイバ2を斜め下方の2方向(XY方向)から観察する場合、まず、X方向の顕微鏡を用いて1~12芯の光ファイバ2を一括して測定する(ステップ42)。次に、Y方向の顕微鏡を用いて1~12芯の光ファイバ2を一括して測定することにより(ステップ43)、12芯の光ファイバ2のX方向の像およびY方向の像を得ることができる。

【0027】以上のように、融着接続装置20は、12芯の光ファイバ2の2方向の像を僅か2ステップの処理で得ることができ、従来の融着接続装置に比べて大幅に処理ステップ数が少なくなった。このため、融着接続装置20における光ファイバ2の測定時間の短縮が図れた。また、融着接続装置20の観察処理では顕微鏡を移動させないので、顕微鏡の駆動機構が不要になる。このため、融着接続装置20の装置構成を簡素化でき、装置の小型軽量化が実現された。

【0028】図8は、画像入出力装置7から出力された画像データに補正を加えて検査判定する処理を示すブロック図である。同図より、画像入出力装置7から出力された画像データは画像処理装置18に入力され、画像解析によって各光ファイバ2の寸法データが出力される。そして、これらのデータは演算装置24に与えられ、各寸法データが均一になるように各々補正される。

【0029】この補正は、各光ファイバ2に対する光学倍率Mの違いに基づいて行う。光学倍率Mは上述の式より計算でき、

※式により決定することができる。これをデータとしてメモリに収容しておけば、観測される軸ずれなどのデータに対し倍率補正をかけることで実際の値を求めることができる。なお、より簡易な補正方法として、例えば光軸近傍における倍率の変化を直線的変化に近似させて補正してもよい。

【0032】その後、演算装置24は、補正された各データに基づいて検査判定を行い、融着接続が可能であると判定した場合には、放電装置25等に対して融着接続させるための指令を送る。

【0033】なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨から逸脱しない範囲内において、例えば以下のように変更することも可能である。

【0034】(1) 上記実施形態では、光ファイバ2の斜め下方にCCD10、11を配置すると共に光ファイバ2の斜め上方に光源3、4を配置していたが、光ファイバ2の斜め上方にCCD10、11を配置すると共に

光ファイバ2の斜め下方に光源3, 4を配置してもよい。

【0035】(2) 上記実施形態では、結像レンズ12, 13として等倍率のレンズが用いられているが等倍率でないレンズを用いてもよい。

【0036】

【発明の効果】本発明による光ファイバ観察装置および融着接続装置は、以上のように構成されているため次のような効果を得ることができる。

【0037】即ち、撮像手段の撮像面は結像手段の光軸に対して光ファイバ側の角度が鋭角になるように傾斜しているため、撮像面での合焦範囲が広がる。このため、多くの光ファイバに焦点を合わせることができ、一度に多くの光ファイバを観察することが可能となる。その結果、多芯数の光ファイバを短時間で観察することができ、多芯数の光ファイバの観察時間が大幅に短縮される。

【0038】また、多芯数の光ファイバを一括観察できるので、撮像手段を微動させて多芯数の光ファイバの各部を順次観察するための駆動機構が不要になる。このため、装置構成を簡素化でき、装置の小型軽量化が図れる。

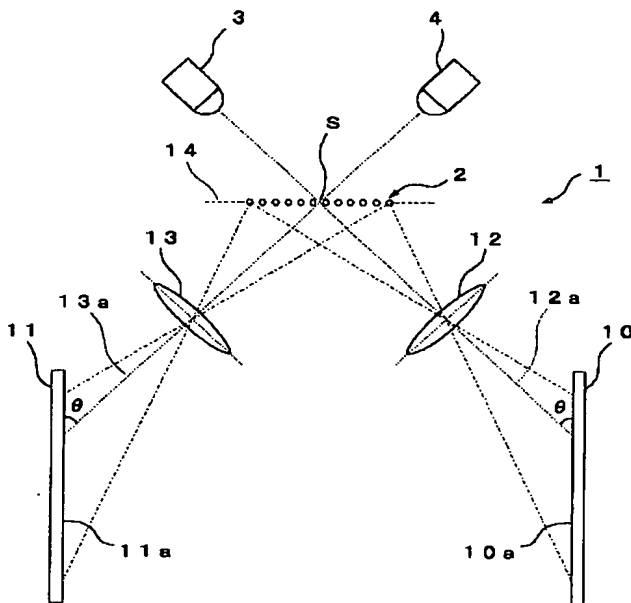
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ファイバ観察装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】図1の光ファイバ観察装置の要部を示すブロック図である。

【図3】(a)は、補正前の画像データを示す図であ *

【図2】



る。(b)は、補正後の画像データを示す図である。

【図4】画像入出力装置とディスプレイとの間に画像処理装置を配置した例を示すブロック図である。

【図5】各光ファイバと撮像面に結像した各光ファイバ像との関係を示す図である。

【図6】本発明に係る融着接続装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図7】従来の融着接続装置と本実施形態の融着接続装置とのファイバ観察工程の違いを示すフローチャートである。

【図8】図5の融着接続装置の要部を示すブロック図である。

【図9】光ファイバの位置と光学倍率との関係を示す図である。

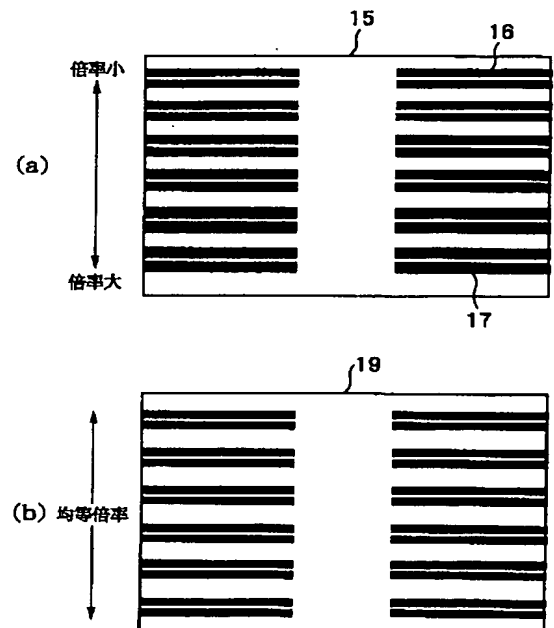
【図10】顕微鏡カメラで撮像された画像データを示す図である。

【図11】従来の光ファイバ観察装置の光学系を示す図である。

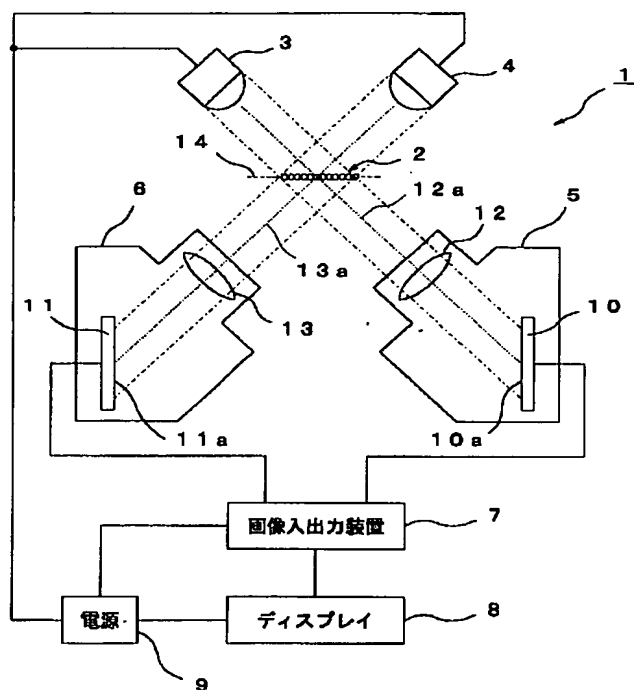
【符号の説明】

1…光ファイバ観察装置、2…光ファイバ、3, 4…光源、7…画像入出力装置、8…ディスプレイ、9…電源、10, 11…CCD (撮像手段)、12, 13…結像レンズ (結像手段)、14…配置面、18…画像処理装置 (画像処理手段)、20…融着接続装置、22, 23…放電電極、24…演算装置 (検査手段)、25…放電装置、26…左右ファイバ押し込み装置、27…記憶装置。

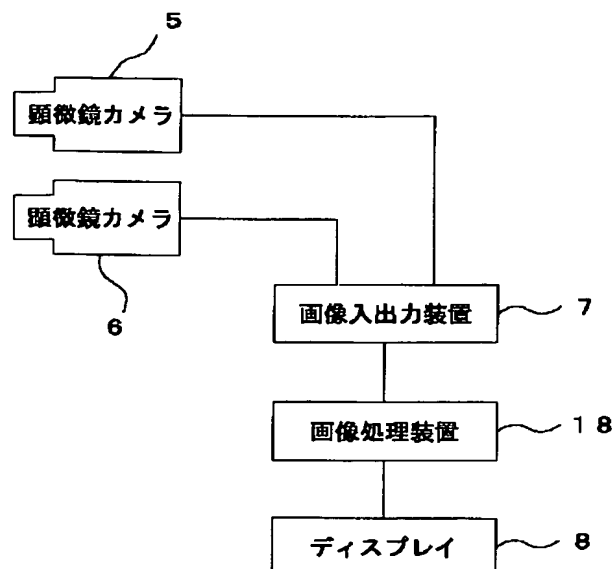
【図3】



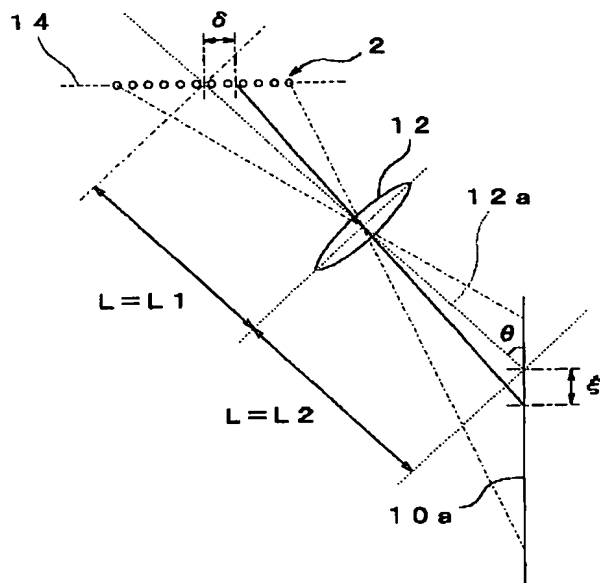
【図 1】



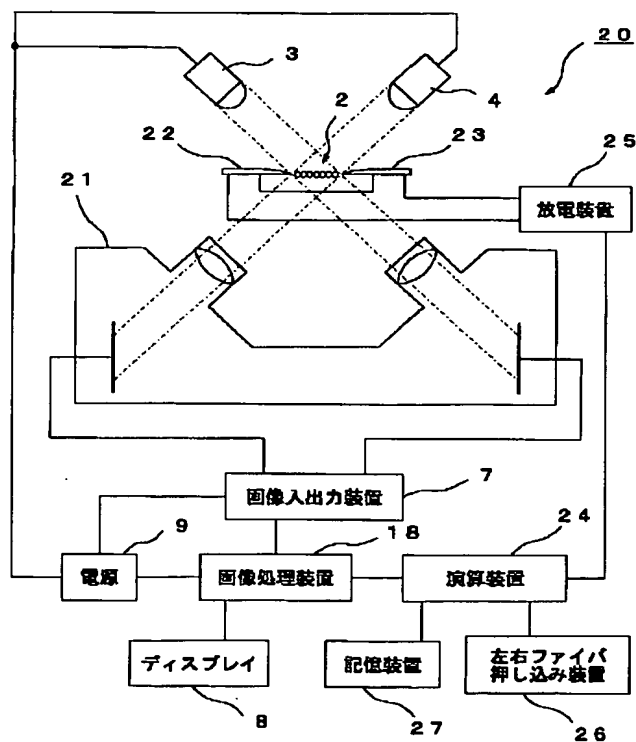
【図 4】



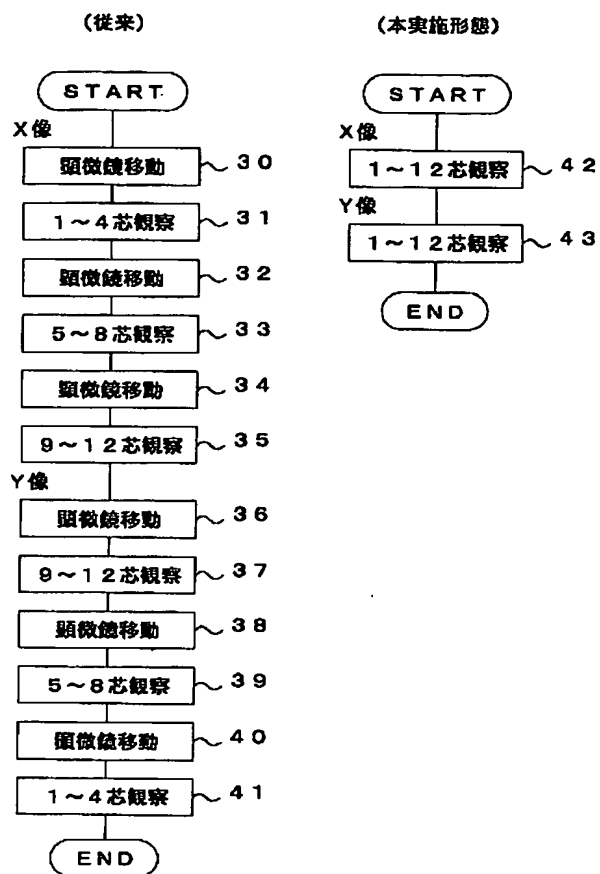
【図 5】



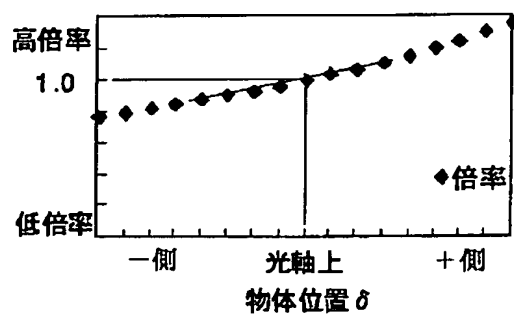
【図 6】



【図7】



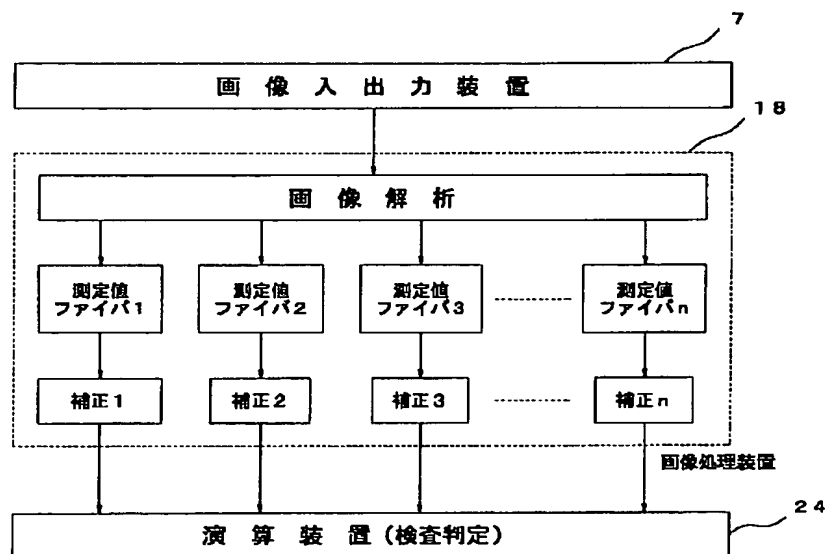
【図9】



【図10】



【図8】



【図 1 1】

